

STEM 5

NAUKA I KARTOGRAFIA z elementami fitoterapii i kartografią

skierowany do uczniów Szkół Ponadpodstawowych



Ministerstwo
Edukacji Narodowej

Charakter cyklu

Cykl „Nauka i Kartografia” to interdyscyplinarny program edukacyjny o charakterze projektowym, oparty na metodologii STEM. Jego istotą jest integracja wiedzy z różnych dziedzin – **astronomii, kartografii, fitoterapii, geometrii i historii nauki** – w spójną całość, która pokazuje wielowymiarowość działalności naukowej w epoce renesansu.

Program konsekwentnie realizuje filozofię uczenia przez działanie. Dominują w nim zajęcia praktyczne, terenowe i warsztatowe, które angażują uczniów w bezpośrednie doświadczanie procesu badawczego. Każde zajęcie przebiega według etapów charakterystycznych dla metodologii STEM: od wprowadzenia problemu badawczego, przez fazę eksploracji i odkrywania, projektowanie rozwiązań, ich testowanie, aż po refleksję i wyciąganie wniosków.

Istotną cechą cyklu jest jego **elastyczność** i adaptowalność do możliwości różnych szkół. Autorzy przewidzieli warianty zastępcze dla każdego rodzaju zajęć – planetarium można zastąpić symulatorami online, muzeum materiałami źródłowymi cyfrowymi, a obserwacje teleskopowe analizą zdjęć archiwalnych. Dzięki temu program jest dostępny zarówno dla placówek dysponujących zaawansowanym wyposażeniem, jak i tych o ograniczonych zasobach.

Cykl konsekwentnie rozwija kompetencje kluczowe XXI wieku. Uczniowie doskonalą myślenie analityczne i naukowe, uczą się pracy zespołowej i zarządzania projektem, rozwijają umiejętność krytycznej analizy źródeł oraz precyzyjnego dokumentowania obserwacji i pomiarów. Program kształtuje postawy badawcze – ciekawość poznawczą, systematyczność i rzetelność naukową.

Postać Mikołaja Kopernika przedstawiona jest wielowymiarowo – nie tylko jako astronom, ale także lekarz praktykujący fitoterapię, kartograf tworzący mapy Warmii, ekonomista i administrator. To podejście pokazuje, że działalność naukowa w renesansie była nierozzerwalnie związana z praktycznymi obowiązkami i służbą społeczną.

Program łączy tradycję z nowoczesnością w sposób przemyślany i funkcjonalny. Uczniowie konstruują historyczne instrumenty pomiarowe jak poziomnica wodna czy triquetrum, ale jednocześnie porównują ich działanie ze współczesnymi technologiami – GPS, teleskopami cyfrowymi, aplikacjami mobilnymi. To zestawienie pozwala docenić zarówno geniusz dawnych uczonych, jak i skalę postępu technicznego.

CELE OGÓLNE CYKLU

- poznanie Mikołaja Kopernika jako lekarza i kartografa,
 - zrozumienie zależności między obserwacją nieba i pomiarami na ziemi,
 - rozwijanie myślenia analitycznego, naukowego, projektowego i zespołowego,
 - integracja wiedzy z zakresu astronomii, technologii i fitoterapii,
 - kształtowanie kompetencji XXI wieku: współpracy, analizy danych, refleksji i odpowiedzialności.
-

STRUKTURA CYKLU

ETAP I – WPROWADZENIE I INSPIRACJA

Cel etapu: wprowadzenie uczniów w kontekst epoki, zagadnień astronomicznych oraz wielowymiarowej postaci Mikołaja Kopernika.

1. Wprowadzenie do astronomii – planetarium lub alternatywa online

Wariant A: zajęcia w planetarium

Uczniowie poznają ideę planetarium, zasadę działania projektora gwiazd oraz uczą się orientacji na sferze niebieskiej. Analizują zmienność nieba w czasie, rozpoznają planety, gwiazdozbiory Zodiaku oraz najjaśniejsze gwiazdy.

Wariant B: brak planetarium – praca z materiałami online

W przypadku braku dostępu do planetarium zajęcia mogą być w całości realizowane w sali lekcyjnej lub pracowni komputerowej z wykorzystaniem:

- interaktywnego przewodnika po niebie:
https://www.astronomia24.com/viewpage.php?page_id=51,
- map nieba i symulatorów czasu.

Przebieg proponowany:

- wspólna analiza aktualnego nieba (pora roku, kierunki świata),
- identyfikacja planet i gwiazdozbiorów,
- rozmowa o tym, jak dawniej obserwowano niebo bez nowoczesnych narzędzi.

Efekt: uczeń potrafi opisać wygląd nocnego nieba i rozumie, że obserwacja astronomiczna jest procesem wymagającym systematyczności.

2. Lekcja o Mikołaju Koperniku – muzeum lub materiały źródłowe

Wariant A: lekcja muzealna / terenowa

Analiza wystawy lub ekspozycji poświęconej Kopernikowi, ze szczególnym uwzględnieniem jego ról społecznych i zawodowych.

Wariant B: zajęcia szkolne / online

Zajęcia mogą zostać oparte na:

- artykułach popularnonaukowych i źródłowych udostępnionych przez Fundację: <https://sladami.kopernika.2025.astrumnarusa.org/artykuly>, publikacjach na stronie Muzeum im. Mikołaja Kopernika we Fromborku: <https://muzeumkopernika.pl/mikolaj-kopernik/>
<https://muzeumkopernika.pl/mikolaj-kopernik-zycie-i-dzielo/>
- mapach historycznych Warmii,
- fragmentach traktatów i ikonografii,
- analizie receptur fitoterapeutycznych z czasów Kopernikańskich

Przebieg proponowany:

- praca w grupach nad różnymi „rolami” Kopernika (astronom, lekarz, administrator, ekonomista),
- prezentacja wyników i wspólna dyskusja.

Efekt: uczeń rozumie, że działalność naukowa Kopernika była częścią jego codziennej pracy i obowiązków.

ETAP II – BADANIE I PROJEKTOWANIE

Cel etapu: rozwijanie myślenia badawczego poprzez doświadczenia z kartografii i mierzenia terenu. Uczniowie poznają podstawowe zasady pomiarów geodezyjnych i niwelacji terenu, łącząc historyczne metody pomiarowe stosowane w czasach Kopernika z nowoczesnymi technikami. Uczestnicy nauczą się wyznaczać pion i poziom, zrozumieją ich znaczenie w precyzyjnych pomiarach astronomicznych oraz nabędą umiejętności praktycznego posługiwania się prostymi przyrządami pomiarowymi.

1. Zajęcia terenowe – wstęp do kartografii. „Inżynierowie terenu – niwelacja jak u Kopernika”

Prowadzenie obserwacji struktury terenu i odzwierciedlenia rzeźby terenu za pomocą przyrządów pomiarowych o różnej konstrukcji, z uwzględnieniem wykorzystania prostych sprzętów pomiarowych takich jak poziomica. Sugerowane jest użycie następujących urządzeń zaawansowanych:

- niwelator
- teodolit
- miernik laserowy

1. Wprowadzenie – dlaczego pomiary terenu są ważne?

Omówienie teoretyczne:

- Rola stabilnego, wyrównanego fundamentu (pavimentum) w obserwatorium Kopernika
- Znaczenie precyzyjnych pomiarów w astronomii i budownictwie
- Podstawowe pojęcia: pion, poziom, niwelacja

Prezentacja przyrządów pomiarowych:

- Historyczne metody: poziomnica wodna, pion (ciężarek na sznurku)
- Współczesne urządzenia: niwelator, teodolit, miernik laserowy
- Uniwersalne narzędzia: miarka, poziomica budowlana

2. Budowanie i odkrywanie – praktyczne przygotowanie narzędzi

Konstrukcja poziomicy wodnej:

- Przygotowanie prostej poziomicy z przezroczystej rurki i zabarwionej wody
- Testowanie działania urządzenia, ocena wpływu warunków zewnętrznych (wiatr, temperatura)
- Nauka świadomego i precyzyjnego wypełniania systemu wodą

Przygotowanie pionu:

- Budowa pionu z ciężarka i sznurka
- Testowanie stabilności i dokładności wskazań

3. Projektowanie i pomiary w terenie

Praca z poziomnicą wodną:

- Znajdowanie kierunku za pomocą przezierników
- Wyznaczanie wysokości różnych punktów terenu przy użyciu wskaźnika i tyczki ze skalą
- Pomiar różnic wysokości między wybranymi punktami

Pomiary kątowe:

- Budowa prostego kątomierza z nitką
- Pomiar kąta nachylenia terenu
- Wprowadzenie do triangulacji jako metody wyznaczania odległości

4. Testowanie i analiza – porównanie metod

Weryfikacja pomiarów:

- Porównanie wyników uzyskanych metodami historycznymi i współczesnymi
- Analiza dokładności i źródeł błędów
- Dyskusja: kiedy metody proste są wystarczające, a kiedy potrzebne są zaawansowane instrumenty?

Praktyczne zastosowanie:

- Jak przygotować idealnie równą platformę pod współczesny instrument badawczy?
- Znaczenie precyzyjnych pomiarów w różnych dziedzinach (budownictwo, astronomia, kartografia)

Efekt końcowy: Uczeń rozumie podstawowe pojęcia pionu i poziomu, zna zasady ich wyznaczania, potrafi samodzielnie skonstruować i zastosować w praktyce proste przyrządy pomiarowe oraz docenia znaczenie precyzyjnych pomiarów w nauce i technice.

2. Naukowe podstawy ziołolecznictwa. Spacer przyrodniczo-ziółowy – z poznaniem podstawowych zasad zbioru materiału roślinnego oraz zasad jego przetwarzania

Cel zajęć: nauka na temat lokalnej przyrody i jej składowych. Rozpoznanie poszczególnych gatunków o działaniu leczniczym. Rozwinięcie umiejętności rozpoznawania budowy rośliny oraz rozpoznawania różnic i podobieństw pomiędzy poszczególnymi gatunkami.

Etapy spaceru:

1. Wprowadzenie (problem badawczy)

Rozmowa wstępna: jakie rośliny rosną w najbliższym otoczeniu? Jakie znasz pospolite rośliny o właściwościach leczniczych? Czym różni się napar od wywaru? Jakie istnieją metody konserwacji roślin?

2. Badanie i odkrywanie (teren)

Uczniowie poruszają się wyznaczoną trasą (las, park, łąka, teren miejski), identyfikując drzewa, krzewy i rośliny zielne. Omawiane są:

- różnice między gatunkami,
- podstawowe właściwości fitoterapeutyczne roślin,
- zastosowania zewnętrzne i wewnętrzne roślin zielarskich
- zasady bhp przy zbieraniu roślin
- zasady środowiskowe przy zbiorze (zachowanie stanowiska danej rośliny)

3. Projektowanie i tworzenie – zielnik

Uczniowie zbierają wybrane okazy (zgodnie z zasadami ochrony przyrody) i projektują **zielnik**, decydując o kluczu porządkowania:

- leczniczym,
- środowiskowym.

4. Testowanie i weryfikacja

Sprawdzenie poprawności rozpoznania gatunków z wykorzystaniem literatury i narzędzi:

- *Dendrologia*, W. Seneta, J. Dolatowski,
- *Prawie wszystko o ziołach i ziołolecznictwie*, M.E. Senderski,
- atlas online: <https://atlas.roslin.pl/>,
- aplikacje mobilne: **PlantNet**, **Flora Incognita**.
- [https://sladami.kopernika.2025.astrumnarusa.org/artykuly/359/Mikolaj_Kopernik - medyk znad Zalewu Wislanego leczacy ziolami](https://sladami.kopernika.2025.astrumnarusa.org/artykuly/359/Mikolaj_Kopernik_-_medyk_znad_Zalewu_Wislanego_leczacy_ziolami)

5. Podsumowanie i refleksja

Porównanie zebranych okazów, omówienie zagrożeń wynikających z błędnego rozpoznania roślin. Omówienie zastosowania zebranych roślin.

Efekt: uczeń potrafi rozpoznać i opisać co najmniej 3 gatunki roślin oraz rozumie znaczenie zastosowania roślin w ziołolecznictwie. Rozróżnia zastosowanie zewnętrzne od wewnętrznego. Potrafi odróżnić napar od wywaru. Zna podstawowe metody konserwacji roślin: suszenie, mrożenie, macerat, octy.

3. Zajęcia: Podróże w czasach Kopernika. Kartografia.

Cel zajęć: Rozumienie pojęcia współrzędnych geograficznych. Poznanie historycznego kontekstu kartografii i roli Kopernika. Zrozumienie, że kartografia dawniej i dziś opiera się na astronomii. Uczeń: wyjaśnia, czym są południki i równoleżniki, zna pojęcie południka krakowskiego, porównuje dawne i współczesne metody tworzenia map, w grupie potrafi stworzyć prostą mapkę, wskazuje ograniczenia dawnych metod kartografii.

Wprowadzenie: Wstęp teoretyczny do zajęć. Pojęcie południka krakowskiego. Określenie czym są współrzędne geograficzne, jak je kiedyś wyznaczano. Omówienie zasad pomiaru terenu i tworzenia map. Porównanie mapy historycznej i aktualnego zapisu z ogólnodostępnych map np. mapy Google, Geoportal.

Podróże w czasach Kopernika: Omówienie, jak wyglądały podróże w XVI wieku – ich czas trwania, trudności, niepewność tras

Rola map w epoce odkryć geograficznych: Znaczenie dokładnych map dla żeglarzy, kupców i podróżników

Mikołaj Kopernik jako kartograf: Prezentacja jego pracy nad mapami Prus i Warmii, wykorzystanie obserwacji astronomicznych do wyznaczania położenia geograficznego

Pojęcie współrzędnych geograficznych:

- **Południki i równoleżniki:** Wyjaśnienie systemu współrzędnych – co to jest długość i szerokość geograficzna
- **Południk krakowski:** Historia i znaczenie lokalnego południka referencyjnego, porównanie z południkiem Greenwich
- **Jak dawniej wyznaczano współrzędne:** Obserwacje Słońca i gwiazd, pomiary kątów wysokości ciał niebieskich, użycie astrolabium i kwadrantu

Metody tworzenia map – wczoraj i dziś:

- **Dawne metody:** Triangulacja, pomiary krokami, bussolą, obserwacje astronomiczne, ręczne rysowanie
- **Współczesne technologie:** GPS, zdjęcia satelitarne, fotogrametria, systemy GIS
- **Wspólny element:** Wszystkie metody opierają się na precyzyjnych pomiarach i matematyce

Dyskusja: Co się zmieniło? Jakie elementy są podobne? Które mapy są dokładniejsze i dlaczego?

Badanie i odkrywanie: Uczniowie zostają podzieleni na 5-6 osobowe zespoły. Każda z grup otrzymuje kwartał terenu do narysowania (może to być fragment szkolnego podwórka, parku lub innego dostępnego terenu).

Każda grupa otrzymuje zestaw narzędzi:

- Kartkę papieru formatu A3 lub A4
- Ołówki, gumki, kredki/flamastry
- Miarkę lub taśmę mierniczą

Projektowanie i tworzenie – mapa “skarbu”. Dodatkowym zadaniem jest ukrycie żetonu i oznaczenie go na mapie.

Każda grupa otrzymuje żeton lub mały przedmiot

Zadanie: ukryć "skarbu" gdzieś w obrębie swojego kwartału terenu oraz precyzyjnie zaznaczyć jego lokalizację na mapie za pomocą symbolu (X, gwiazdka itp.)

Testowanie i udoskonalanie: Zespoły wymieniają się mapami i mają za zadanie odnaleźć ukryty “skarbu”.

- Grupy udają się na teren zmapowany przez inny zespół
- Uczniowie uczą się czytać i interpretować mapy stworzonych przez innych
- Sprawdzają, czy informacje na mapie są wystarczająco precyzyjne i czytelne

Podsumowanie i refleksja: Prowadzący zbiera mapy i robi ich zdjęcia/skanuje. Następuje analiza porównawcza map. Wskazanie ważnych składowych, porównanie skali, wspólna interpretacja fragmentów terenu.

Efekt: Uczniowie:

- Rozumieją, że południki i równoleżniki tworzą globalny system współrzędnych
- Potrafią wskazać różnice między dawną a współczesną kartografią
- Potrafią stworzyć funkcjonalną mapę fragmentu terenu w zespole
- Interpretują i potrafią odczytać mapy stworzone przez innych
- Doceniają rolę precyzji i szczegółowości w kartografii
- Rozumieją, że kartografia łączy matematykę, astronomię i umiejętności praktyczne

ETAP III – POSZERZENIE KONTEKSTU

Cel etapu: ukazanie zależności między obserwacjami astronomicznymi oraz rozwojem wiedzy naukowej w czasach Mikołaja Kopernika.

1. Nauka: Obserwacje nocnego nieba – realne lub archiwalne

Wariant A: obserwacje terenowe

Prowadzenie obserwacji nieba i astrofotografii za pomocą przyrządów astronomicznych o różnej konstrukcji. Sugerowane jest użycie następujących przyrządów:

- **Celestron XLT 8" AZ-EQ6**, największy zwierciadlany, w systemie optycznym Schmidta - Cassegraina, na montażu paralaktycznym i na słupie, do astrofotografii
- **GSO systemu Newtona na montażu Dobsona**, najprostszy zwierciadlany, prosty montaż azymutalny, do obserwacji wizualnych
- **Skywatcher 120/1000 EQ-5**, teleskop soczewkowy, czyli luneta na montażu paralaktycznym, do obserwacji wizualnych
- **Seerstar S50**, kompletny system obserwacyjny, do astrofotografii

Zadania:

- wycelowanie teleskopu w wybrany obiekt
- prowadzenie teleskopu za obiektem
- odpowiedni dobór powiększenia lub parametrów ekspozycji

Efekt: uczeń wykona obserwacje teleskopem oraz uzyska efekt w postaci zdjęcia nieba

Wariant B: analiza zdjęć archiwalnych

W przypadku braku warunków pogodowych lub sprzętowych uczniowie korzystają z galerii zdjęć nieba Fundacji Copernicus:

<https://sladami.kopernika.2025.astrumnarusa.org/galerianieba>

Zadania:

- identyfikacja obiektów na zdjęciach,
- porównanie zdjęć z różnych źródeł,
- analiza jakości i parametrów obserwacji.

Efekt: uczeń potrafi interpretować dane wizualne i wyciągać wnioski na podstawie obserwacji.

2. Warsztaty: Instrumenty Mikołaja Kopernika.

Cel zajęć: Znaleźcie odpowiedzi na pytania: w jaki sposób obserwowano niebo przed wynalezieniem teleskopu. Dokonanie praktycznej analizy: jak służyły Kopernikowi ówczesne instrumenty do obserwacji nieba. Sprawdzenie jak wygląda celowanie w obiekty za pomocą przeziernic i odczytywanie wyników z podziałki. Na podstawie wyznaczeń, omówienie zakresu błęd.

Przebieg zajęć:

- Przy pomocy kopii triquetrum, każdy z uczniów wykonuje pomiar położenia zadanego punktu. Dokonuje analizy błędów pomiaru, czyli zostaną porównane w celu oceny ich przydatności, odstępstw od średniej.
- Omówienie wykonania pomiaru wysokości Słońca przy pomocy kwadrantu.
- Omówienie sposobu używania astrolabium, jako urządzenia do określania czasu, wysokości gwiazd, azymutu, a także pozycji ciał niebieskich nad horyzontem. Rola astrolabium w nawigacji i rozwoju astronomii.

Przydatne linki:

budowa kwadrantu: <https://tata-astronom.pl/warmia/kwadrant>

instrukcja budowy astrolabium: <https://www.youtube.com/watch?v=qddv17d5vNA>

Zadanie praktyczne: Budowa triquetrum (liniała paralaktycznego).

Cel zajęć: Zbudowanie prostego instrumentu astronomicznego do pomiaru wysokości ciał niebieskich. Poznanie zasad działania historycznych narzędzi pomiarowych używanych

przez astronomów (m.in. Mikołaja Kopernika). Wykonanie pomiarów kątowych obiektów na niebie. Zrozumienie podstaw geometrii w astronomii.

Wprowadzenie teoretyczne: Omówienie instrumentu i zasady działania

Triquetrum składa się z trzech drewnianych listew:

- Dwie listwy nieruchome ustawione pod kątem prostym (90°)
- Jedna listwa ruchoma
- Przezierniki (otwory do celowania) na końcach listew
- Podziałki kątowe do odczytu pomiarów

Instrument pozwala na:

- Pomiar wysokości ciał niebieskich nad horyzontem
- Określenie odległości kątowej między obiektami na niebie
- Wyznaczanie odległości do obserwowanych celów na podstawie geometrii

Materiały podstawowe:

- Drewniane listwy sosnowe – 3 sztuki (długości: 50 cm, 30 cm, 60-70 cm)
- Śruby lub nity do połączeń ruchomych
- Klej stolarski (opcjonalnie)

Narzędzia:

- Kątomierz
- Linijka milimetrowa
- Piła do drewna
- Papier ścierny
- Wiertarka z wiertłem (średnica ok. 5-8 mm)
- ołówek/marker do oznaczania podziałek
- Taśma miernicza

Przebieg zajęć:

Etap I: Przygotowanie ramion instrumentu:

- 1. Przygotowanie listew stałych:**
 - Odmierzenie i odcięcie listwy długiej na 50 cm
 - Odmierzenie i odcięcie listwy krótkiej na 30 cm
 - Wygładzenie krawędzi papierem ściernym
- 2. Przygotowanie listwy ruchomej:**
 - Odmierzenie i odcięcie listwy na długość 60-70 cm
 - Wygładzenie powierzchni

Etap II: Montaż konstrukcji podstawowej:

1. **Utworzenie kąta prostego:**
 - Połączenie listwy krótkiej (30 cm) z długą (50 cm) pod kątem dokładnie 90°
 - Sprawdzenie kąta za pomocą kątomierza
 - Trwałe połączenie za pomocą kleju i/lub śrub
2. **Czas schnięcia (jeśli używano kleju):**
 - Odczekanie ok. 15 minut
 - W tym czasie można przejść do przygotowania przezierników

Etap III: Wykonanie przezierników:

1. **Oznaczenie miejsc na otwory:**
 - Na końcu długiej listwy (50 cm)
 - Na końcu listwy ruchomej (60-70 cm)
 - Opcjonalnie: na obu końcach krótkiej listwy (30 cm)
2. **Wywiercenie otworów:**
 - Wykonanie otworów o średnicy 5-8 mm
 - Wygładzenie krawędzi otworów papierem ściernym

Etap IV: Wykonanie podziałki kątovej:

1. **Podziałka na listwie długiej (50 cm):**
 - Narysowanie podziałki co 10° (0° , 10° , 20° , 30° , itd.)
 - Oznaczenie wyraźnie głównych wartości kątowych
 - Opcjonalnie: dodanie drobniejszych podziałek co 5° lub 2°
2. **Podziałka na listwie ruchomej:**
 - Dodanie dodatkowej podziałki dla precyzyjniejszych odczytów

Etap V: Montaż listwy ruchomej:

1. **Połączenie ruchome:**
 - Zamocowanie listwy ruchomej (60-70 cm) do górnego końca listwy długiej (50 cm)
 - Użycie śruby lub nitu jako osi obrotu
 - Sprawdzenie swobodnego ruchu w płaszczyźnie pionowej
 - Dokręcenie tak, aby listwa była stabilna, ale ruchoma

Instrukcja użytkowania instrumentu:

Krok 1: Ustawienie bazowe

- Spojrzenie przez przezierniki na jednym końcu podstawy
- Ustawienie instrumentu na horyzoncie (pozycja 0°)

Krok 2: Pomiar wysokości ciała niebieskiego

- Celowanie ruchomą listwą (przez jej przezierniki) w wybrany obiekt (gwiazda, Księżyc, punkt orientacyjny)
- Odczytanie wysokości kątowej z podziałki

- Zapisanie wyniku

Krok 3: Pomiar odległości kątowej

- Mierzenie kąta między dwoma punktami na niebie
- Obliczenie odległości na podstawie geometrii (przy znajomości odległości między obserwowanymi obiektami)

Ćwiczenia praktyczne:

- Pomiar wysokości wskazanych obiektów w terenie (np. wieża, drzewo, budynek)
- Porównanie wyników między zespołami uczniów
- Omówienie możliwych źródeł błędów pomiarowych

Efekty zajęć: Uczeń zna i potrafi nazwać trzy urządzenia służące do obserwacji nieba.

- **Zna budowę i zasadę działania triquetrum** – potrafi wymienić elementy składowe instrumentu (listwy stałe i ruchome, przezierniki, podziałki kątowe) oraz wyjaśnić ich funkcje
- **Rozumie historyczny kontekst instrumentu** – wie, że triquetrum było wykorzystywane przez astronomów renesansowych, w tym Mikołaja Kopernika, do obserwacji i pomiarów astronomicznych
- **Zna podstawowe pojęcia astronomiczne** – rozumie terminy: wysokość ciała niebieskiego, horyzont, odległość kątowa, pomiar paralaktyczny
- **Rozumie zastosowanie geometrii w astronomii** – wie, w jaki sposób pomiary kątowe pozwalają na wyznaczanie odległości do obiektów niebieskich
- **Potrafi porównać metody pomiarowe** – rozumie różnice między historycznymi a współczesnymi instrumentami astronomicznymi oraz wie, jak rozwijała się precyzja pomiarów

Umiejętności praktyczne. Po zakończeniu zajęć uczeń:

- **Potrafi wykonać prosty instrument pomiarowy** – samodzielnie lub w zespole konstruuje funkcjonalne triquetrum z dostępnych materiałów
- **Posługuje się narzędziami stolarskimi** – bezpiecznie używa linijki, kątomierza, piły, papieru ściernego oraz (pod nadzorem) wiertarki
- **Wykonuje precyzyjne pomiary i oznaczenia** – dokładnie odmierza długości, sprawdza kąty proste, nanosi równomierne podziałki kątowe
- **Łączy elementy konstrukcyjne** – tworzy stabilne połączenia stałe i ruchome, dobiera odpowiednie metody montażu
- **Kalibruje i testuje instrument** – sprawdza poprawność działania skonstruowanego urządzenia, dostosowuje elementy ruchome

Umiejętności pomiarowe. Po zakończeniu zajęć uczeń:

- **Przeprowadza pomiary kątowe** – prawidłowo ustawia instrument, celuje przez przezierniki i odczytuje wartości z podziałek

- **Określa wysokość obiektów nad horyzontem** – mierzy wysokość kątową ciał niebieskich lub obiektów naziemnych
- **Mierzy odległościątowe** – wyznacza kąty między dwoma obserwowanymi punktami
- **Interpretuje wyniki pomiarów** – oblicza rzeczywiste odległości na podstawie pomiarów kątowych, stosując podstawowe zasady geometrii
- **Ocenia dokładność pomiarów** – identyfikuje źródła błędów pomiarowych, szacuje niepewność wyników

Kompetencje społeczne i metodologiczne. Po zakończeniu zajęć uczeń:

- **Pracuje w zespole** – współdziała przy realizacji wspólnego projektu, dzieli się zadaniami, wspiera innych członków grupy
- **Planuje i organizuje pracę** – dzieli proces budowy na etapy, zarządza czasem, ustala kolejność czynności
- **Rozwiązuje problemy praktyczne** – radzi sobie z trudnościami technicznymi podczas konstrukcji, proponuje alternatywne rozwiązania
- **Dbą o bezpieczeństwo** – przestrzega zasad bezpiecznego posługiwania się narzędziami, utrzymuje porządek w miejscu pracy
- **Dokumentuje proces i wyniki** – zapisuje pomiary, opisuje przebieg pracy, formułuje wnioski

Kompetencje kluczowe. Po zakończeniu zajęć uczeń:

- **Myśli analitycznie** – łączy wiedzę teoretyczną z praktycznym zastosowaniem, rozumie związki przyczynowo-skutkowe
- **Działa kreatywnie** – proponuje udoskonalenia konstrukcji, eksperymentuje z różnymi rozwiązaniami technicznymi
- **Ocenia wartość metody naukowej** – rozumie znaczenie precyzyjnych pomiarów i systematycznych obserwacji w nauce
- **Dostrzega ciągłość rozwoju nauki** – łączy historyczne osiągnięcia astronomii z współczesnymi metodami badawczymi
- **Rozwija postawy badawcze** – wykazuje ciekawość poznawczą, chęć eksperymentowania i weryfikowania hipotez

ETAP IV – EWALUACJA FORMATYWNA

Film edukacyjny „Copernicus” oraz gra „Śladami Kopernika”

Cel etapu: utrwalenie, usystematyzowanie i sprawdzenie wiedzy zdobytej podczas całego cyklu w formie angażującej, zespołowej i refleksyjnej.

1. Film „Copernicus” – analiza i refleksja

Opis:

Zajęcia rozpoczynają się projekcją filmu fabularno-edukacyjnego „*Copernicus*”, dostępnego bezpłatnie w serwisie YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=DH1VNCLqbSc>

Film ukazuje życie Mikołaja Kopernika z perspektywy jego ucznia, prezentując go jako uczonego, ale także człowieka osadzonego w realiach epoki – podejmującego decyzje, ponoszącego odpowiedzialność i mierzącego się z konsekwencjami swoich wyborów.

Cele dydaktyczne projekcji:

- pogłębienie wiedzy biograficznej o Koperniku,
- rozwijanie umiejętności krytycznego odbioru przekazów audiowizualnych,
- porównanie wizji filmowej z wiedzą historyczną zdobytą wcześniej.

Przebieg zajęć:

1. **Wprowadzenie:** krótkie przypomnienie kluczowych faktów z życia Kopernika.
2. **Projekcja filmu** (ok. 24 min).
3. **Rozmowa kierowana:**
 - które sceny są zgodne z wiedzą historyczną?
 - które elementy mają charakter artystyczny lub symboliczny?
 - jak film pokazuje relację między nauką a codziennymi obowiązkami Kopernika?
4. **Praca z materiałami źródłowymi:** odniesienie wybranych scen do rękopisu *De revolutionibus* (faksymile, reprodukcje).

Efekt: uczeń potrafi krytycznie ocenić przekaz filmowy i odnieść go do faktów historycznych.

2. Gra edukacyjna „Śladami Kopernika” – systematyzacja wiedzy

Opis ogólny:

Gra planszowa pełni funkcję podsumowującą i ewaluacyjną. Uczniowie pracują w zespołach, rywalizując o punkty poprzez odpowiadanie na pytania, rozwiązywanie zadań oraz podejmowanie decyzji strategicznych.

Warianty realizacji:

- **wersja wielkoformatowa** (plansza, pionki, kostki),
 - **wersja klasowa/cyfrowa** – plansza wyświetlana na ekranie lub ścianie, pionki w formie naklejek, karty gry do wydruku.
- https://sladami.kopernika.2025.astrumnarusa.org/public/files/gra_plansza.jpg

Przebieg gry (etapy STEM):

1. **Wprowadzenie / problem:** jak zaplanować strategię, by zdobyć jak najwięcej punktów?
2. **Badanie i odkrywanie:** analiza zasad gry, losowości (kostki) i wiedzy zespołu.
3. **Projektowanie:** wybór strategii (pytania vs punkty terenowe).
4. **Testowanie i modyfikacja:** zmiana strategii w trakcie gry.
5. **Podsumowanie:** omówienie wyników i odniesienie pytań do konkretnych zajęć z cyklu.

Efekt: nauczyciel uzyskuje informację zwrotną o stopniu opanowania materiału przez uczniów, a uczniowie porządkują wiedzę w atrakcyjnej formie.

Uwaga: pomocne mogą być również inne publikacje gier, dostępne online np.:

<https://kopernik.warmia.mazury.pl/wydrukuj-sobie-planszowke-wedrowki-z-mikolajem-kopernikiem/>

ETAP V – PODSUMOWANIE PROJEKTOWE

Cel etapu: integracja wiedzy, refleksja nad procesem uczenia się oraz rozwijanie kompetencji prezentacyjnych i zespołowych.

Zajęcia podsumowujące – praca w grupach

Ze względu na różnorodne formy realizacji cyklu, podsumowanie ma charakter **elastyczny i adaptowalny**.

Proponowany przebieg:

1. **Podział na zespoły (3–5 osób)**
Każda grupa losuje lub wybiera jeden z tematów:
 - „Mikołaj Kopernik – naukowiec i kartograf”,
 - „Od obserwacji roślin po praktykowanie medycyny”,
 - „Jak nauka wpływa na codzienne życie – wtedy i dziś”,
 - „Które kompetencje Kopernika są aktualne we współczesnym świecie?”.
2. **Praca projektowa**
Zespoły opracowują krótką formę podsumowującą:
 - plakat,
 - mapa myśli,
 - mini-prezentacja,
 - infografika.
3. **Prezentacja wyników**
Grupy przedstawiają efekty pracy, a pozostali uczniowie zadają pytania.
4. **Refleksja i ewaluacja**
Dyskusja moderowana:

- czego się nauczyliśmy?
- które zajęcia były najbardziej angażujące?
- jak można wykorzystać zdobytą wiedzę w przyszłości?

5. **Ewaluacja formalna**

Wypełnienie ankiet ewaluacyjnych przez uczniów i nauczycieli.

Efekt: uczeń potrafi syntetyzować wiedzę z różnych dziedzin, pracować zespołowo i formułować wnioski.



Ministerstwo
Edukacji Narodowej